



TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO
APLICADOS À SISTEMAS AGROFLORESTAIS:
ESTUDO DE CASO**

Carolaini Campos da Silva

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA

FACULDADE DE TECNOLOGIA



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE TECNOLOGIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Métodos de análise de risco aplicados à sistemas agroflorestais: estudo de caso

Estudante: Carolaini Campos da Silva, matrícula:15/0121296

RG: 3195758 – SSP-DF CPF: 044.364941-36

Orientador: Prof. Álvaro Nogueira de Souza

Trabalho apresentado ao Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, como parte das exigências para obtenção do título de Engenheiro Florestal.

Brasília - DF, maio de 2021

**ANEXO . CAROLAINI CAMPOS DA SILVA**

Universidade de Brasília - UnB
Faculdade de Tecnologia - FT
Departamento de Engenharia Florestal – EFL

MÉTODOS DE ANÁLISE DE RISCO APLICADOS À SISTEMAS AGROFLORESTAIS: ESTUDO DE CASOEstudante: **Carolaini Campos da Silva**Matrícula: **15/0121296**Orientador: **Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza**

Menção: SS

Aprovada por:

Prof. Dr. Álvaro Nogueira de Souza
Universidade de Brasília – UnB
Departamento de Engenharia Florestal
Orientador (EFL)

Ms. Juliana Baldan Costa Neves Araújo
FT/EFL
Membro da Banca

Prof.ª Dra. Maisa Santos Joaquim
Universidade de Brasília – UnB
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV/GAN
Membro da Banca

Brasília, 07 de maio de 2021.



Documento assinado eletronicamente por **Alvaro Nogueira de Souza**, Professor(a) de Magistério Superior da Faculdade de Tecnologia, em 07/05/2021, às 16:07, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Maisa Santos Joaquim**, Professor(a) de Magistério Superior da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, em 11/05/2021, às 11:36, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



Documento assinado eletronicamente por **Juliana Baldan Costa Neves Araújo**, Usuário Externo, em 11/05/2021, às 14:16, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento na Instrução da Reitoria 0003/2016 da Universidade de Brasília.



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.unb.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **6618397** e o código CRC **8D087DAA**.

FICHA CATALOGRÁFICA

SILVA, CAROLAINI CAMPOS

Métodos de análise de risco aplicados á sistemas agroflorestais: Estudo de caso. [Distrito Federal].2021

39 p., 210 x 297 mm (EFL/FT/UnB, Engenharia Florestal, Trabalho de conclusão de curso - Universidade de Brasília. Faculdade de Tecnologia. Departamento de Engenharia Florestal)

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

SILVA, C.C. (2021) Métodos de análise de risco aplicados á sistemas agroflorestais: Estudo de caso. Trabalho de conclusão de curso, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF, 39 p.

CESSÃO DE DIREITOS

AUTOR: Carolaini Campos da Silva

TÍTULO: Métodos de análise de risco aplicados á sistemas agroflorestais: Estudo de caso.

GRAU: Engenheira em Engenharia Florestal ANO: 2021

É concedida à Universidade de Brasília permissão para reproduzir cópias desta Trabalho de conclusão decurso e para emprestar ou vender tais cópias somente para propósitos acadêmicos e científicos. Os autores reservam outros direitos de publicação e nenhuma parte dessa Trabalho de conclusão de curso pode ser reproduzida sem autorização por escrito dos autores.

Carolaini Campos da Silva

“Feche os olhos, aguce os ouvidos, e da mais leve respiração ao mais selvagem ruído, do mais simples som à mais sublime harmonia, do mais violento e apaixonado grito às mais suaves palavras da doce razão, é somente a Natureza que fala, revelando sua existência, seu poder, sua vida e suas relações e estruturas, de tal modo que um cego, a quem é vedado o mundo infinitamente visível, é capaz de apreender no audível tudo o que é infinitamente vivo.”

Johann Wolfgang von Goethe

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter me dado calma nos momentos mais difíceis, por ser meu porto seguro e por sempre estar comigo.

Aos meus pais que me incentivaram e me deram suporte durante toda a minha graduação. Mãe muito obrigada, todos os dias tento seguir seus ensinamentos, e assim ser uma pessoa cada dia melhor, alguém que você possa se orgulhar, espero um dia me tornar a mulher forte que a senhora é, sempre lutando pelos filhos e por aqueles que ama. Ao meu Pai, agradeço por ter sido a pessoa que mais me incentivou a ter contato com a natureza, por ser esse homem simples e de grande coração.

Ao meu grande amigo César, que sempre foi como um pai para mim, me deu conselhos, foi duro quando necessário, mas sempre pensando no meu bem, obrigada por todos os momentos em que eu precisava de uma palavra amiga ou um abraço.

Á minha avó Alzira, por sempre ter me incentivado a ser uma mulher forte.

Á minha querida irmã Mara que sempre me colocava pra cima, me incentivava a buscar sempre mais, você é um grande exemplo para mim, obrigada.

Ao Danillo por ser uma pessoa incrível, por ter me dado força e por ter acreditado em mim, pelo amor e carinho.

Aos meus amigos que estavam comigo na correria da faculdade, obrigada pelas risadas, conversas e aprendizados.

Ao meu orientador, professor Álvaro, agradeço pela paciência, pela partilha de conhecimento e pelos ensinamentos para a vida.

Aos professores da florestal, expresso meu profundo respeito e admiração, obrigada por todo conhecimento que foi passado.

RESUMO

O estudo tem o objetivo de realizar a análise de risco de investimento do replantio dos canteiros centrais, com ciclo de 7 meses, de um sistema Agroflorestal (SAF) com área total de 103,2 metros quadrados, no sítio Semente localizado no Lago Oeste-DF. A análise foi realizada utilizando o Método Monte Carlo e a Análise de Sensibilidade (mediante a variação das receitas, custo de implantação, comercialização e transporte, considerando a taxa de 20% para mais e para menos nas variáveis). Desenvolveu-se um fluxo de caixa com base nos dados mensais de custos e receitas referentes aos três canteiros centrais de hortaliças e tubérculos do SAF com taxa de juros de 0,206% ao mês para calcular o Valor Presente Líquido (VPL). O VPL obtido foi de R\$1630,00. A Análise de Sensibilidade mostrou que o aumento das receitas gerou um aumento no VPL, bem como a queda das receitas gerou uma redução no VPL. Os custos quando aumentados fizeram com que o VPL diminuísse, e quando houve a queda nos custos o VPL aumentou. A aplicação do Método Monte Carlo mostrou que há uma probabilidade de 80,40% do VPL ser de 1.694,23. Ambos os métodos se mostraram eficazes para a análise de risco do sistema agroflorestal em questão.

Palavras-Chave: Sistema agroflorestal, análise de risco, Análise de Sensibilidade, Método Monte Carlo.

ABSTRACT

The study aims to perform the investment risk analysis of the replanting of the central yards, with a cycle of 7 months, of an Agroforestral system (SAF) with a total area of 103,2 square meters, in the site Seed located on Lake West-DF. The analysis was carried out using the Monte Carlo Method and the Sensitivity Analysis (through the variation of revenues, cost of implantation, marketing and transport, considering the rate of 20% for more and for less in the variables). A cash flow was developed based on monthly cost and revenue data for the three central vegetables and tubers of the SAF with an interest rate of 0,206% per month to calculate the Net Present Value (NPV). The NPV obtained was R \$1630,00. The Sensitivity Analysis showed that the increase in revenues generated a rise in LPV, and the fall in revenues generated a fall in LPV. Costs, when increased, caused the NPV to decrease, and when there was a fall in costs, the NPV grew. The application of the Monte Carlo Method showed that there is a probability of 80.40% of the NPV being 1,694.23. Both methods were adequate for the risk analysis of the agroforestry system in question.

Keywords: Agroforestry System, Risk Analysis, Sensitivity Analysis, Monte Carlo Method.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS.....	viii
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS.....	2
3. REFERENCIAL TEÓRICA.....	3
3.1 Agroflorestas Sucessionais	3
3.2 Análise de risco em investimentos.....	5
3.3 Análise de sensibilidade.....	7
3.4 Método Monte Carlo.....	8
4. METODOLOGIA	10
4.1 Caracterização da área	10
4.2 Custos e receitas.....	11
4.3 Viabilidade Financeira	14
4.4 Métodos de análise.....	15
4.5 Análise de sensibilidade.....	15
4.6 Simulação Monte Carlo	15
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	18
5.1 Análise de sensibilidade.....	19
5.2 Método Monte Carlo.....	20
6. CONCLUSÃO	21
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Custos de mão de obra (SILVA, 2018).....	11
Tabela 2. Custo de insumos (SILVA, 2018).....	12
Tabela 3. Custos de energia, depreciação, comercialização e transporte, e custo da terra (SILVA, 2018).	13
Tabela 4. Custos totais	14
Tabela 5. Fluxo de caixa	18
Tabela 6. Resultados da análise de sensibilidade.....	19

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Croqui do SAF (SILVA, 2018).	10
Figura 2. Análise de dados no Excel.....	17
Figura 3. Geração de número aleatório no Excel.....	17
Figura 4. Confeção do histograma	18
Figura 5. Histograma dos VPL.	20

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AS – Agrofloresta sucessional

ICRAF - Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal

MMC - Método Monte Carlo

PRONAF - Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar

SAF - Sistema agroflorestal

VPL – Valor Presente Líquido

1. INTRODUÇÃO

Os sistemas agroflorestais (SAF's) possuem diversas definições, o ICRAF os define de duas formas, a primeira relata que a Agrofloresta é um outro nome para sistemas de uso da terra onde espécies perenes são intencionalmente utilizadas na mesma área com culturas agrícolas e/ou animais em um determinado arranjo de espaço e tempo (NAIR, 1993; NAIR *et al.*, 2010). A segunda diz que SAF's são baseados na dinâmica, administração dos recursos naturais e ecologia que por meio da incorporação de árvores na paisagem e no domínio agrícola, variam e mantêm a produção com maiores benefícios econômicos, sociais e ambientais para todos que utilizam solo em variadas proporções (JOSÉ, 2009).

Existem inúmeros tipos de SAF's que variam entre mais simplificados com poucas espécies e intensidade baixa de manejo até os mais complexos, com grande diversidade e intensidade alta de manejo (MICCOLIS *et al.*, 2016). Eles se tornam complexos pela diversidade de espécies e os diferentes tipos de manejos e extratos, dessa maneira, é importante conhecer cada espécie e a relação entre elas, pensando na necessidade de conhecer as relações ecológicas, a nutrição, processos de alelopatia, densidade e outras questões relacionadas ao manejo (BULHÕES, 2011).

Em contrapartida ao SAF tem-se o modelo de monocultivo que é considerado um modelo de produção não sustentável por causar aumento das taxas de emissão de carbono, perda da biodiversidade e aumento da lixiviação dos nutrientes do solo. Os processos que buscam minimizar os efeitos da exploração não sustentável do solo e do meio ambiente são importantes para estabelecer sistemas de cultivo como o sistema agroflorestal (BENTES GAMA, 2003).

Normalmente o sistema agroflorestal carece de baixo capital para garantir sua manutenção e produzem uma maior variedade de produtos do que em monoculturas. São sistemas que usam alta eficiência em relação à força de trabalho (LOPES, 2001).

O uso do SAF busca equilibrar os estímulos ecológicos e econômicos. Teoricamente, esse processo pode estabelecer um sistema agrícola sustentável, manter o fluxo de caixa contínuo por meio da variedade de produção, combinar metas de curto e longo prazo e manter a terra em estágios diferentes de sucessão secundária (MANGABEIRA *et al.*, 2011).

É um método alternativo de diversificação da produção, porém, por ser um sistema de recursos fixos a longo prazo, é necessário investigar completamente o planejamento, a implementação e o uso final dos produtos do projeto (SOUZA *et al.*, 2007).

No caso do Distrito Federal há duas situações em que os sistemas agroflorestais são desenvolvidos. Um caso comum, são pequenas unidades instaladas em áreas residenciais. A mão de obra nesse caso é estritamente familiar. Outro caso, são os SAF's instalados em áreas destinadas ao uso como unidades de produção em que os alimentos ali produzidos são comercializados em feiras (de produtos orgânicos ou não) em diversas Regiões Administrativas. Quando se fala nos desafios relativos ao uso de formas alternativas de plantio para o aumento da renda dos agricultores familiares, deve ser garantido que estas formas possuam viabilidades técnica, financeira, social, política, ambiental e econômica.

Mesmo apresentando menores riscos de investimento que o monocultivo o SAF é uma atividade complexa que possui riscos e incertezas como qualquer outro sistema de produção (OLIVEIRA, 2009), portanto é preciso fazer avaliações econômicas sob condições de risco para auxiliar técnicos, produtores e agentes de financiamento no momento das tomadas de decisão (BENTES GAMA *et al.*, 2005). Análises financeiras realizadas em projetos agroflorestais mostram que com as combinações de diferentes cultivos é provável que haja uma rápida recuperação do capital investido, com produção de renda imediata, por exemplo começando com a comercialização de culturas agrícolas de ciclo curto e médio, venda de produtos pecuários e em longo prazo com a venda de produtos madeireiros (JOAQUIM, 2012; SANTOS & CAMPOS, 2000).

Na análise de investimento sob condições de risco, duas opções são consideradas: uma é mais simples e rápida, incluindo a análise de sensibilidade das variáveis, e o outro método mais complexo e mais completo é o uso da análise de probabilidade. Teoricamente, nas técnicas probabilísticas, o modelo de simulação pode incorporar mais plenamente as condições de risco na análise (SANTOS & CAMPOS, 2000).

2. OBJETIVOS

O presente trabalho visou aplicar os métodos de análise de risco: Análise de sensibilidade e Método Monte Carlo em um sistema agroflorestal com um ciclo de 7 meses.

3. REFERENCIAL TEÓRICA

3.1 Agroflorestas Sucessionais

As Agroflorestas Sucessionais (AS) ou biodiversas, são caracterizadas por sua grande diversidade de espécies, seu manejo é baseado na sucessão natural e se assemelha ao ecossistema da floresta natural (MICCOLIS *et al.*, 2016), ou seja, não se trata apenas de trabalhar com rotação de culturas ou consórcios de plantas (PASINI, 2017). Os consórcios, assim como na natureza, devem ser os mais diversos possíveis e conter espécies de todos os estágios subsequentes, a caminho do clímax da vegetação natural de um determinado local (GÖTSCH, 1997).

Esses sistemas podem ser apresentados por consórcios simples, com apenas uma espécie florestal ou em conjunto com outras espécies agrícolas, e consórcios complexos baseados em princípios agroecológicos. A interação com outras culturas melhora o emprego dos fatores de produção, como insumos e mão de obra, cumprindo a mesma lógica competitiva do sistema convencional (PENEIREIRO, 2003).

A Agrofloresta Sucessional é um sistema agroflorestal desenvolvido pelo suíço Ernst Götsch, agricultor e pesquisador que se mudou para o Brasil no início dos anos 1980 e se estabeleceu em uma fazenda na Bahia. A partir de então, vem desenvolvendo princípios e tecnologias que combinam a produção de alimentos com a dinâmica da regeneração natural da floresta. (ANDRADE & PASINI, 2014). O sistema vem dos mais de 40 anos de experiência prática de Götsch. Durante esse período, o agricultor pesquisador conduziu centenas de experimentos de tentativa e erro até chegar a uma conclusão sobre quais seriam os fundamentos da AS. (PASINI, 2017).

As espécies são selecionadas para cumprir várias funções no sistema, não apenas para o lucro, como nas culturas convencionais. Algumas espécies são introduzidas para prestar serviços ao agroecossistema, como a produção de biomassa para cobrir e/ou fertilizar o solo, o que fariam naturalmente por meio da queda de galhos e folhas, mas que é acelerado pelo manejo (GUIMARÃES & MENDONÇA, 2018).

Na Agrofloresta Sucessional, ao invés de competir, as espécies cooperam umas com as outras se forem plantadas em seus devidos tempo e espaço. O tempo refere-se ao princípio da sucessão, descrito posteriormente. Espaço (chamado de estrato na agroflorestal

sucessional) está relacionado às necessidades de luz de cada espécie em sua fase adulta, o que a coloca em uma posição específica nas florestas naturais. Ao respeitar a ecofisiologia das plantas, evitamos que elas sejam expostas ao estresse, que é uma das causas de doenças e pragas (REBELLO, 2018).

A estratificação, ocupação do espaço vertical da agricultura e silvicultura, é uma estratégia para eliminar a competição por luz entre as plantas. A posição vertical de cada espécie em um consórcio agroflorestal é determinada por suas características ecofisiológicas e morfológicas de acordo com as exigências de luz, altura e ciclo de vida. Portanto, à semelhança da classificação das florestas naturais, as espécies são classificadas em estratos baixo, médio, alto e emergente, sendo que o último é o topo da agrofloresta. Também é possível usar o espaço abaixo das espécies do estrato baixo, o estrato rasteiro. Planeja-se que a agrofloresta terá plantas ocupando diferentes estratos em todas as fases de sua vida (PENEIREIRO, 2003).

Além de eliminar a competição pela luz, a estratificação também facilita a cooperação entre as espécies. Os mais exigentes em luz devem ocupar lugares mais altos na agrofloresta e os que toleram ou preferem o meio ambiente mais sombreados (estratos inferiores) são favorecidas pela cobertura fornecida pelas plantas nos estratos superiores. (PASINI, 2017).

Os consórcios das etapas iniciais de uma agrofloresta, com seus diferentes graus de ocupação, criam a sombra necessária para as árvores jovens e mudas - geralmente introduzidas por sementes. Assim que as árvores jovens se instalam, outros ciclos de consórcios se sucedem até que aquela árvore alcance o estágio adulto e ocupe seu devido estrato no momento em que for chegada à etapa de seu consórcio ser o dominante naquela área (PASINI, 2017).

A sucessão é um processo dinâmico em que consórcios ou grupos de plantas se sobrepõem no tempo e no espaço, ou seja, um grupo dá lugar a outro quando o primeiro completa o seu ciclo de vida e isso ocorre em um processo dinâmico (GÖTSCH, 1996). As pesquisas acerca da sucessão ecológica classificam apenas as espécies arbóreas de acordo com os grupos sucessionais, não incorporando espécies agrícolas domesticadas. Na opinião de Götsch, espécies pioneiras equivalem às espécies herbáceas, com todas as características atribuídas por outros autores às pioneiras, e estão incorporadas desse modo no processo de

sucessão (SILVA, 2002).

Para Götsch a sucessão se resume no desenvolvimento de consórcios sucessivos e, é importante compreender a dinâmica espacial e temporal das espécies em condições naturais. Em cada consórcio, é aconselhável que sejam inseridas plantas que pertençam aos diversos estratos e que tenham ciclos de vida e alturas diferentes. Várias combinações de espécies podem ser empregadas, e irá depender sobretudo das demandas de mercado, da disponibilidade de mudas, sementes e mão de obra e das condições edafoclimáticas locais (GUIMARÃES & MENDONÇA, 2019).

A grande quantidade de cobertura do solo com a poda das espécies é um outro fato a ser citado sobre a AS. São vários os benefícios dos resíduos orgânicos para o solo, ressaltando a melhora da fertilidade, dos teores de matéria orgânica e da estrutura, o aumento da atividade microbiana, a diminuição das oscilações térmicas e a supressão de plantas invasoras (GUIMARÃES & MENDONÇA, 2019). Conforme o grau de degradação do solo, é estabelecido o sistema com espécies colonizadoras e pioneiras, mais rústicas e eficientes na ciclagem de nutrientes e que tenham maior aptidão de desenvolver a qualidade do solo (GÖTSCH, 1997).

Miccolis *et al.* (2016) descreve os vários benefícios ambientais, financeiros e sociais dos SAF's. Dentre os benefícios sociais e financeiros temos: a geração de alimentos, *commodities*, madeira, energia, plantas medicinais e bens culturais e espirituais; promoção da soberania e segurança alimentar e nutricional; redução do risco econômico, pois é menos sensível a variações negativas de preço e climáticas; há maior estabilidade do fluxo de caixa ao longo do ano e anualmente em todo o ciclo do sistema; gera e diversifica renda.

Um outro tipo de benefício gerado citado pelo autor são os benefícios ambientais e ecossistêmicos, tais como: restauração da fertilidade e estrutura do solo, sua conservação e o combate à desertificação; favorecimento da biodiversidade de forma geral, regulação de águas pluviais e melhora da qualidade da água (MICCOLIS *et al.*, 2016).

3.2 Análise de risco em investimentos

O investimento que é tratado neste trabalho é a consolidação da troca de satisfação atual (associada ao custo) por satisfação futura (associada a benefícios esperados incertos),

tendo como objetivo a produção (venda) de bens ou a prestação de serviços (SOARES *et al.*, 2015). No cenário de um investimento existe um custo associado necessário para compra de equipamentos e para deixar o espaço em questão pronto para produção e manejo. Há um benefício esperado pelo investidor no futuro que será expresso em montante adicional. Dessa forma, pode-se dizer que o custo e o benefício são distintos no tempo. O custo ocorre primeiro e o segundo parceladamente ao longo de períodos futuros. A motivação para o investimento, por fim, é basicamente prestar um serviço ou produto que refletirá em volume de negócios (SOARES *et al.*, 2015).

Para a tomada de decisões mediante um investimento é recomendada uma análise. A análise de investimento é definida no texto de Soares *et al.* (2015) como uma técnica que apoia a tomada de decisão tendo em vista a relação de grandeza entre os respectivos custos e benefícios esperados. E, portanto, afere a viabilidade econômico-financeira do investimento.

Os métodos de análise de investimentos se baseiam nos retornos propiciados pelos fluxos de caixa do projeto em estudo. Fluxo de caixa são movimentações de recursos com reflexo financeiro efetivo desprezando-se receitas e despesas de natureza contábil (depreciação, amortização e outros resultados que não são pagos ou recebidos em termos de caixa). Estes são construídos mediante grande número de informações, exige projeção futura de resultados e representar adequadamente a realidade. Então, para a análise, os métodos tomam como base o fluxo de caixa incremental, medido ou projetado, que será gerado durante o tempo do projeto alvo de investimento (PUCCINI, 2011).

Em uma avaliação de risco baseada em um método estatístico desprende-se a noção de que toda probabilidade é subjetiva e que qualquer ato de previsão possui um grau de desinformação (PROTIL, 1994) que dimensionará o tamanho dos riscos. Os riscos estão presentes de forma mais ou menos intensa em todos os projetos e tem origem no campo das incertezas (PERMINOVA *et al.*, 2008).

Wideman (1992) conceituou risco como um estudo da incerteza. A incerteza sendo um campo conceitual com dois limites antagônicos: elementos do desconhecido e da certeza. E a relação entre incerteza e risco é explicada como um evento ou condição incerta que, se ocorrer, tem um efeito positivo ou negativo nos objetivos do projeto (PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE, 2008).

Para os autores Perminova, Gustafsson e Wikström (2008), a principal diferença entre risco e incerteza se refere à possibilidade do estabelecimento de probabilidade do evento. Dessa maneira, o risco refere-se a uma situação cuja decisão é tomada sob condições de probabilidades conhecidas. Enquanto incertezas, não são possíveis de associar valores de probabilidades numéricas, bem como há falta de conhecimentos sobre as implicações de um episódio.

A implementação dos SAF's é uma alternativa que visa reduzir o risco no investimento florestal, com associações de florestas e agropecuária (BENTES GAMA *et al.*, 2005). Os riscos em investimentos ligados a SAF's estão associados às perdas relativas aos fenômenos da natureza; aos recursos decorrentes dos fatores de produção (econômico); valores monetários (financeiro); tecnológicos; administrativos e legais (BERNSTEIN, 1997; SECURATO, 1996). Análises de risco aplicadas no setor florestal começaram no século XXI (COELHO JUNIOR *et al.*, 2008) e destacam-se trabalhos de Oliveira *et al.* (2000), Santos & Paiva (2002), Souza *et al.* (2007) e Araújo (2014).

3.3 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade visa medir a magnitude de uma mudança predeterminada em um ou mais fatores do projeto que podem alterar o resultado final. Desta forma, você pode avaliar como cada variável do projeto afeta a rentabilidade dos resultados esperados (PONCIANO *et al.*, 2004).

Esta análise é importante principalmente em casos de projetos com baixa rentabilidade, ao informar os responsáveis pelo projeto qual é o comportamento da rentabilidade em relação as principais variáveis. Conhecida a sensibilidade, pode-se analisar os riscos proporcionais de, por exemplo, um aumento do preço da matéria-prima ou a redução do preço do produto (BUARQUE, 1991). Então, identificando os itens mais importantes o responsável pode tomar a melhor decisão e evitar erros futuros que gerem grandes perdas econômicas (PERES *et al.*, 2009).

A análise de sensibilidade estuda por exemplo, as variações na renda do produtor, em função da variação dos preços relativos ao mercado. No decorrer do tempo, a produção e a comercialização rural estão submetidas a incertezas que são consequências das variações de preço que fazem com que o fluxo de caixa do projeto fique sujeito a aleatoriedades e crie dificuldades para o planejamento (DOSSA, 2000).

Em caso de drástica alteração da rentabilidade por conta de uma pequena variação de um parâmetro diz-se que o investimento é muito sensível a este item. Assim, é interessante reunir esforços para se obter informações menos incertas (KOPITKE & CASAROTTO FILHO, 1996). Trata-se de uma investigação do que acontece com o Valor Presente Líquido (VPL) quando apenas uma das variáveis é alterada (ROSS *et al.*, 2000) mas, pode ser usado qualquer indicador econômico e não somente o VPL (NEVES, 1984).

A análise de sensibilidade aparece na literatura geralmente em forma de planilha como no estudo conduzido por Araújo (2014) e também como será apresentado nesse documento. Araújo (2014) fez duas análises de sensibilidade para um projeto de corte de eucaliptos. As duas análises foram para diferenciar cenários de corte de eucalipto com diferentes idades. Nas planilhas do autor, três fatores (taxa de desconto, produtividade e preço) foram alterados para indicar alterações no Benefício Periódico Equivalente (BPE) dos respectivos fatores.

3.4 Método Monte Carlo

O método de Monte Carlo (MMC) é uma ferramenta matemática comumente utilizada em diversos segmentos da ciência e da engenharia para simular problemas que podem ser representados por processos estocásticos (YORIYAZ, 2009). Os principais motivos dessa penetração em diversas áreas são apontados por Pouliquen (1970), como: conveniência (metodologia simples); confiabilidade (as decisões são tomadas baseando-se na probabilidade de ocorrência de valores num intervalo de cada variável); usa grande quantidade de dados (que são desconsiderados em outros métodos de análise); e a análise de resultados é simplificada (não é necessário técnico especializado).

O Método aparece pela primeira vez em 1949 na publicação “*The Monte Carlo Method*” dos pesquisadores John Von Neumann e Stanislaw Ulam. Nesse método é possível explorar propriedades estatísticas de números aleatórios e assegurar que o resultado correto seja computado da mesma forma que num jogo de cassino, e desta forma certificar que a “casa” sempre terá lucro (CORDEIRO, 2010). Desta maneira o nome é uma alusão a cidade de Monte Carlo que é conhecida pelo número de cassinos que promovem jogos de azar.

A partir da década de 1950 há um aumento de trabalhos que utilizam o método. Segundo o artigo de Yoriyaz (2009), 22.969 trabalhos que utilizam Método Monte Carlo foram publicados até a data de publicação do artigo. Rogers (2006) ressalta que esse aumento

considerável nas últimas cinco décadas é consequência do aumento massivo no poder de computação por custo unitário e devido ao aumento de disponibilidade de muitas ferramentas de software.

O Método Monte Carlo é alimentado por um gerador de números aleatórios utilizado para a amostragem dos vários fenômenos que ocorrem durante os processos de interesse. Essas amostragens são realizadas por meio das distribuições de probabilidade (YORIYAZ, 2009). A sistemática deste método utiliza números aleatórios nas simulações. Dessa forma, pode facilitar os cálculos de risco, quando incrementados em planilhas eletrônicas que permitem a geração automática de resultados (BRUNI *et al.*, 1998).

Nos trabalhos de Trigeorgis (1996) e de Bradley e Myers (1998) o MMC é dividido em três etapas principais, são elas:

- Construção do modelo por meio de um conjunto de equações matemáticas para todas as variáveis primárias;
- Especificação das distribuições de probabilidade para cada uma das variáveis;
- Simulação dos fluxos de caixa que consiste na retirada de uma amostra aleatória da distribuição de probabilidade de cada uma das variáveis primárias, permitindo o cálculo dos fluxos de caixa líquidos de cada período.

Naturalmente, as análises feitas pelo MMC se estenderam para a avaliação financeira de sistemas agrários. Em SAF's, ainda é relativamente escasso na literatura a aplicação desta metodologia, contudo os resultados são capazes de fomentar boas análises financeiras. Pode-se citar alguns trabalhos com realização no Brasil, como o de Bentes-Gama *et al.* (2005) que realiza uma análise financeira e uma simulação de risco de investimento em SAF's implantados em 1987 em Machadinho d'Oeste, município de Rondônia; A dissertação de Souza (2013), que determinou o risco financeiro em um sistema silvopastoril implantado na região norte de Minas Gerais.

Ainda nessa temática, Araújo (2014) realizou uma análise de risco de investimento de um sistema agrossilvipastoril implantado no sul do estado de Goiás, comparando dois cenários de produção distintos. A análise de risco foi realizada utilizando, além do Método Monte Carlo, a análise de sensibilidade.

4. METODOLOGIA

4.1 Caracterização da área

A pesquisa foi realizada em uma pequena propriedade rural chamada Sítio Semente localizada no Núcleo Rural Lago Oeste, em Brasília - DF, nas coordenadas geográficas: 15°33'44.91"S de latitude e 48°1'52.63"O de longitude. O clima é tropical de altitude do tipo Cwa de acordo com a classificação Köppen, possui uma altitude de 1.251 metros e o solo é do tipo latossolo-amarelo. Os dados avaliados foram as receitas, custos de implantação, comercialização e transporte. O replantio dos canteiros centrais do sistema agroflorestal foi realizado em uma área de 103,2 metros quadrados, e possui um ciclo vegetal de 7 meses. Após a quantificação da produção e do envio para as feiras, foram calculados os valores auferidos na venda dos produtos.

O SAF avaliado consiste em dois canteiros quebra-vento, nos quais foram plantados, em consórcio, espécies hortaliças perenes e semi-perenes, e três canteiros de hortaliças e tubérculos, localizados entre os quebra-ventos, como pode ser observado no croqui do sistema na Figura 1.

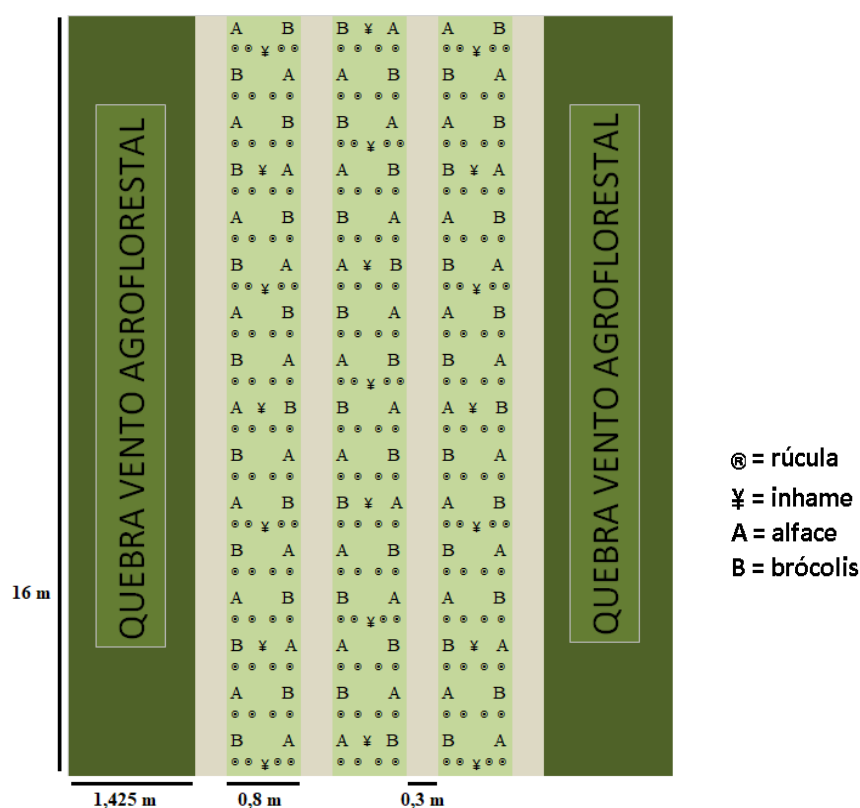


Figura 1. Croqui do SAF (SILVA, 2018).

Os canteiros de quebra-vento consistem em um consórcio de aroeira, alface americana, banana, copaíba, café, ipê-púrpura, jatobá, limão, coco, eucalipto, lichia, manga-pequi, manga-espada, milho, rúcula e cinamomo, as espécies arbóreas foram plantadas com sementes e o eucalipto com mudas. O replantio dos três canteiros centrais (fonte dos dados em análise) consistiu no plantio de 192 mudas de alface americana (*Lactuca sativa*) e 192 mudas de brócolis japonês (*Brassica oleracea*) com espaçamento de 0,5m, 66 mudas de inhame (*Colocasia esculenta*) com espaçamento de 0,7m, e 768 mudas de rúcula (*Eruca sativa*) com espaçamento de 0,25m; sendo a escolha das espécies do primeiro ciclo mantidas nesse replantio.

4.2 Custos e receitas

Os custos foram compostos por despesas com mão de obra (Tabela 1); insumos (Tabela 2); e depreciação, custo da terra (custos fixos), comercialização e transporte (Tabela 3). Os custos totais são demonstrados na Tabela 4. As receitas vieram da venda dos produtos em feiras orgânicas de Brasília.

Tabela 1. Custos de mão de obra (SILVA, 2018).

Custos	Unidade	Custo Unitário (R\$)	Mês								TOTAL
			0	1	2	3	4	5	6	7	
Espalhar adubo	homem/dia	60	2,76	0	0	0	0	0	0	0	2,76
Trator (tobata)	hora-máquina	100	17,5	0	0	0	0	0	0	0	17,50
Cobrir com matéria orgânica	homem/dia	60	3,75	0	0	0	0	0	0	0	3,75
Plantio	homem/dia	60	58,25	0	0	0	0	0	0	0	58,25

Custos	Unidade	Custo Unitário (R\$)	Mês								TOTAL
			0	1	2	3	4	5	6	7	
Manutenção	homem/dia	60	6,23	0	0	0	0	12	0	0	18,23
Colheita	homem/dia	60	0	5,67	7,69	6	0	0	0	24,75	44,11
Lavagem	homem/dia	60	0	11,79	4,1	0	0	0	0	24,75	40,64
Embalagem	homem/dia	60	0	9,45	4,1	4	0	0	0	24,75	42,30
Manejo irrigação	homem/dia	60	3,5	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	12,60
Custo total mão de obra			91,98	28,21	17,19	11,30	1,30	13,30	1,30	75,55	240,13

As atividades de tratos culturais foram cronometradas para analisar os custos com mão de obra além das outras atividades de manutenção dos canteiros (capina seletiva), colheita, lavagem, embalagem, e o uso do trator. O salário médio diário dos trabalhadores da região é de 60 reais e o custo do trator é de 100 reais , sendo esse o custo por hora máquina da tobata, onde o tempo, combustível e depreciação do trator estão embutidos.

Tabela 2. Custo de insumos (SILVA, 2018)

Custos	Unidade	Custo Unitário (R\$)	Mês								TOTAL
			0	1	2	3	4	5	6	7	
Cama de frango	kg	0,19	25,7	0	0	0	0	0	0	0	25,65
Matéria orgânica	kg	0,07	14,18	0	0	0	0	0	0	0	14,18

Custos	Unidade	Custo	Mês								TOTAL
		Unitário (R\$)	0	1	2	3	4	5	6	7	
Mudas	unidade	varia	112,20	0	0	0	0	0	0	0	112,20
Embalagem	unidade	varia	0	17,12	13,76	8,6	0	0	0	9,9	49,38
Custo total insumos			152,0	17,1	13,8	8,6	0,0	0,0	0,0	9,9	201,41

Os insumos utilizados foram as mudas com preços diferentes para cada cultivar utilizado no replantio, embalagens de plástico que variaram também de acordo com o cultivar, a cama de frango que é um fertilizante feito com um material composto principalmente de palha de arroz, serragem, fezes, urina, restos de ração e penas, e matéria orgânica.

Tabela 3. Custos de energia, depreciação, comercialização e transporte, e custo da terra (SILVA, 2018).

custos	mês								TOTAL
	0	1	2	3	4	5	6	7	
Energia	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	3,3	26,40
Depreciação	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	12,80
Comercialização e transporte	0	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	4,66	32,63
Custo da terra	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	1,55	12,38
Total	6,45	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	11,11	84,21

A depreciação, referente às máquinas e materiais de irrigação, e energia foram calculadas proporcionais à área de estudo. Os custos de comercialização são derivados da soma dos custos de certificação com o da anuidade da associação da qual o agricultor participa. O custo do transporte foi calculado com base no preço pago pelos agricultores por cada caixa, para que a associação transporte os produtos.

Tabela 4. Custos totais

Custo	Valor (R\$)
Mão de obra	240,13
Insumos diversos	201,41
Energia, depreciação, comercialização e transporte, custo da terra	84,21
Total	525,74

4.3 Viabilidade Financeira

A viabilidade financeira é uma avaliação entre a receita total e o custo total de um projeto. A avaliação é baseada no fluxo de caixa, o que pode fornecer um entendimento detalhado dos custos e receitas utilizados na produção (PAULA *et al.*, 2001). Uma das vantagens atribuídas na análise do fluxo de caixa é a previsão de custos e receitas relevantes geradas em um determinado período (MENDES, 2012).

O indicador de viabilidade financeira utilizado na análise foi o Valor Presente Líquido (VPL), método muito aplicado no setor florestal que considera o capital no tempo. Ele consiste na soma dos valores descontados do fluxo de caixa que a ele são associados, ou seja, é a diferença do valor presente das receitas e o valor presente dos custos (REZENDE & OLIVEIRA, 2013). Esta relação pode ser observada na Equação 1:

$$VPL = \sum_{j=0}^n R_j(1+i)^{-j} - \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^{-j} \quad (1)$$

Onde:

R_j = valor atual das receitas;

C_j = valor atual dos custos;

i = taxa de juros;

j = período em que ocorre as receitas ou os custos;

n = número de período/duração do projeto.

O projeto que apresentar o VPL positivo é considerado economicamente viável, sendo aquele com maior VPL é o melhor projeto. Para a utilização desse método, é necessária a definição de uma taxa de desconto (i) (SILVA *et al.*, 2005).

4.4 Métodos de análise

O VPL foi calculado com uma taxa de desconto de 0,206% ao mês. Essa é a taxa de juros do crédito de custeio para beneficiários do PRONAF. Para realizar a análise de risco foram utilizados dois métodos: a Análise de Sensibilidade e o Método Monte Carlo. Em Sistemas Agroflorestais esses métodos já foram aplicados nos trabalhos de Bentes Gama *et al.* (2005), Coelho Júnior *et al.* (2008) e Araújo (2014).

4.4.1 Análise de Sensibilidade

Após o cálculo do VPL foi realizada a Análise de Sensibilidade que consiste em alterar apenas uma variável por vez, nesse caso foram alteradas as variáveis de receitas (preço x quantidade), custos de implantação, comercialização e transporte, sendo essas algumas das variáveis envolvidas na análise de investimentos florestais de acordo com COELHO JÚNIOR *et al.* (2008). A análise foi feita alterando os valores reais das variáveis em um aumento de 20% e queda de 20% conforme feito no trabalho de Bentes Gama *et al.* (2005) que é baseado na distribuição de probabilidade triangular conforme Rodriguez (1987). Desse modo, foi possível analisar os vários cenários e detectar a sensibilidade do VPL a essas variações.

4.4.2 Simulação Monte Carlo

O passo seguinte foi aplicar o Método Monte Carlo que utiliza números aleatórios para fazer as simulações de análise de investimento. Foram calculados a média e o desvio padrão dos VPL encontrados com a análise de sensibilidade, de acordo com as seguintes fórmulas:

Média:

$$\bar{x} = \frac{\sum x_i}{N} \quad (2)$$

Onde:

x_i = i-ésima do valor de VPL;

N = número de amostras de VPL consideradas.

Desvio Padrão:

$$\sigma = \sqrt{\frac{(x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \quad (3)$$

Onde:

σ = desvio padrão;

x_i = i-ésima do valor de VPL;

\bar{x} = média do VPL;

N = número de amostras do VPL consideradas.

Após o cálculo desses parâmetros, foi executada a simulação com o Método Monte Carlo que foi realizado por meio do software Excel 2019. Nele foram gerados 10.000 números aleatórios onde por meio da média e do desvio padrão foi construído a distribuição normal destes números (FERNANDES, 2005; JOAQUIM, 2012).

Os passos para a simulação foram detalhados abaixo:

I. No ambiente Microsoft Excel do Windows, no item dados, localizado na aba principal, foi selecionado análise de dados.

II. Dentro da aba análise de dados, foi selecionado o item geração de número

aleatório (Figura 2).

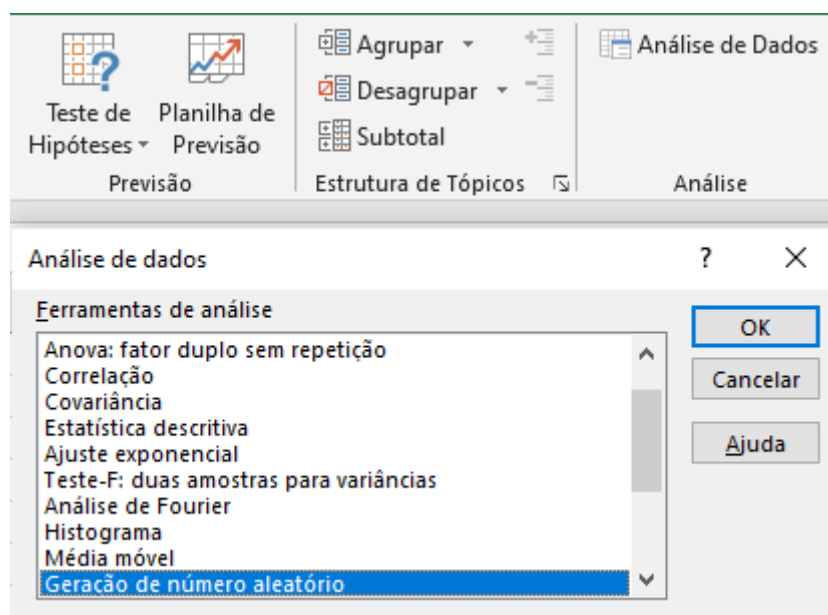


Figura 2. Análise de dados no Excel.

III. Clicando em geração de número aleatório, abrirá uma caixa para preenchimento das premissas: número de variáveis – VPL, número de números aleatórios (10.000), distribuição (normal), e a média e o desvio padrão dos VPL, a janela foi preenchida conforme a Figura 3.

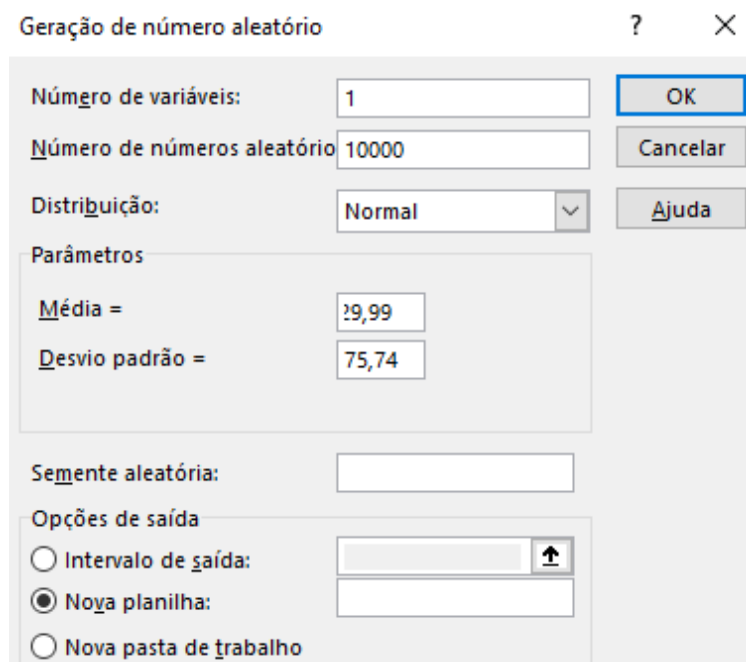


Figura 3. Geração de número aleatório no Excel.

IV. Foi gerado um histograma para a análise da probabilidade de ocorrência do VPL para o possível retorno do projeto, para isso a ferramenta análise de dados foi selecionada mais uma vez.

V. Dentro da análise de dados, foi selecionado o item histograma e dentro dele o intervalo de entrada com os 10.000 números aleatórios gerados no passo anterior.

Foram marcados a porcentagem cumulativa e resultado do gráfico (Figura 4).

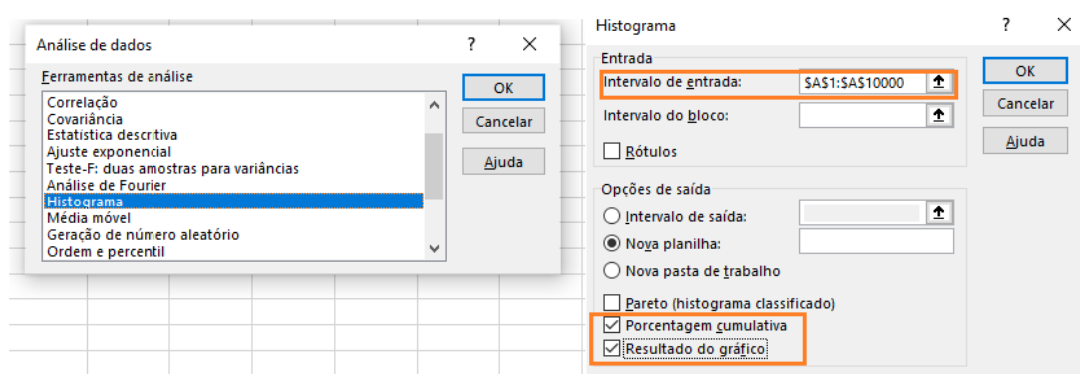


Figura 4. Confeção do histograma.

5. RESULTADO E DISCUSSÃO

O VPL foi calculado com os valores do fluxo de caixa da Tabela 5, a partir dos valores referentes ao mês 0 (mês de implantação) e aos 7 meses do ciclo vegetal. O VPL obtido foi de R\$ 1.630,00 assegurando a viabilidade do projeto. O VPL foi positivo também em Souza (2013), Araújo (2014) e Bentes Gama (2005), chamando a atenção a esse último, onde foram avaliados três SAF's, ambos com VPL distintos, devido a combinação de espécies de cada sistema. Portanto, é importante levar em consideração o manejo e o espaçamento de cada SAF, bem como as exigências de cada espécie que o compõe e a diversificação desses cultivares, para que seja possível otimizar o rendimento econômico.

Tabela 5. Fluxo de caixa;

Mês	0	1	2	3	4	5	6	7
Fluxo de caixa	-250.45	467.86	379.35	87.26	-12.41	-24.41	-12.41	1012.24

5.1 Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade mostrou como o comportamento dessas variáveis alteram o VPL, e qual delas possui um maior efeito sobre ele .

Frente aos cenários analisados para a variação da receita, custo de implantação, comercialização e transporte é possível observar variações nos valores de VPL. Os resultados da análise foram resumidos na Tabela 6.

Tabela 6. Resultados da análise de sensibilidade.

Fatores	Variação	VPL
Receita	↑	↑
	↓	↓
Custo de implantação	↑	↓
	↓	↑
Comercialização e transporte	↑	↓
	↓	↑

↑ e ↓ indicam aumento e diminuição de valores, respectivamente.

A análise de sensibilidade mostrou que o aumento na receita gerou um aumento do VPL bem como a diminuição da receita implicou na diminuição do VPL. Tanto o custo de implantação como o de comercialização e transporte mostraram que quando aumentados, houve redução do VPL. Quando ocorreu uma queda desses custos houve aumento do VPL.

Aumentos nos valores de preço da rúcula, alface, brócolis e inhame em 20% provocou aumentos, nessa ordem, de R\$104,64, R\$83,93, R\$23,51, R\$218,59 no lucro, já a redução nos valores de preço em 20% provocou queda de R\$104,65, R\$83,94, R\$23,51, R\$218,59 no lucro. A receita gerada foi a variável que apresentou maior influência sobre o

VPL, sendo o inhame o mais expressivo, seguido da rúcula e do alface.

O aumento e a redução do custo de implantação em 20% geraram um aumento e queda no lucro de R\$50,09. Enquanto para os custos de comercialização e transporte, o aumento em 20% gerou aumento de R\$0,93 no lucro, já a redução em 20% gerou queda de R\$0,93 nos três primeiros meses, e R\$0,92 de aumento e queda do quarto mês em diante.

5.2 Método Monte Carlo

A média encontrada foi de 1.629,99 e o desvio padrão de 75,74. Com isso, foi possível verificar a volatilidade dos VPL's, bem como a sua probabilidade de ocorrência. Para determinar a probabilidade de ocorrência do VPL, foi encontrado no histograma (Figura 5) o ponto superior em que a curva de frequência intercepta a distribuição de frequência acumulada do VPL. A distribuição de probabilidade de ocorrência do VPL mostra que existe uma probabilidade de 80,40% do VPL ser de R\$ 1.694,23.

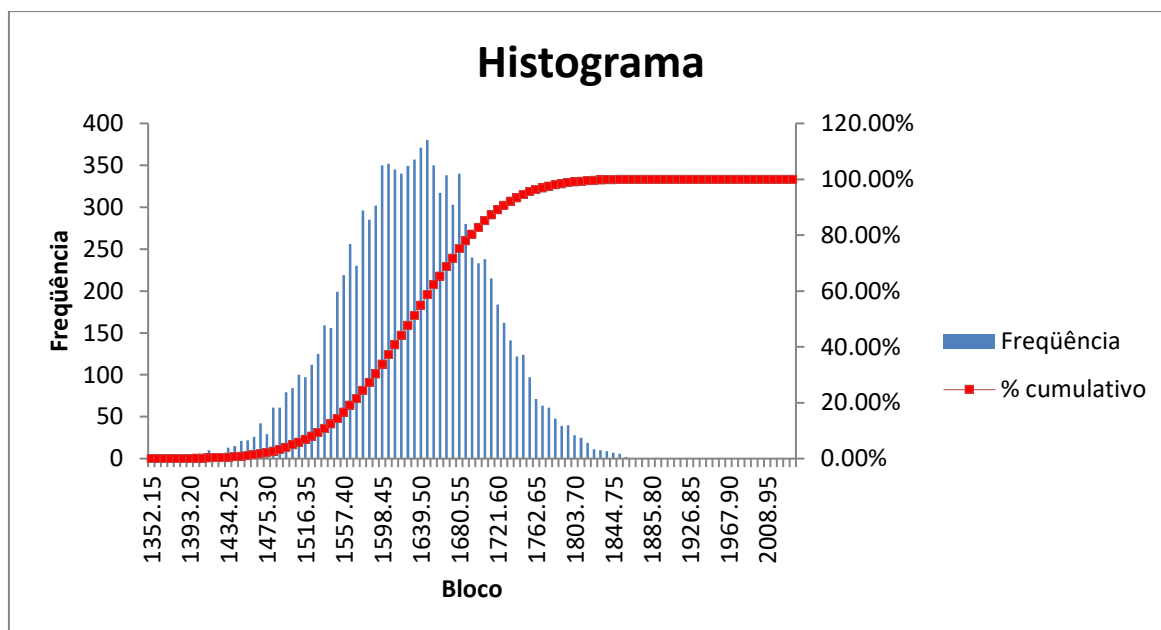


Figura 5. Histograma dos VPL's.

No estudo de Souza (2013), o MMC foi realizado para determinar o preço da madeira em pé e do bezerro, sendo a probabilidade de ocorrência do preço maior que 80 % mostrando que o projeto possui boa atratividade sob o ponto de vista econômico. Em Araújo (2014) o MMC foi aplicado para determinar a probabilidade de ocorrência do preço da soja, milho, gado e eucalipto, sendo essa probabilidade acima de 79% em todos os preços. Os valores de

probabilidade encontrados nesses estudos são próximos aos valores encontrados nesse estudo, entretanto apesar dos valores serem similares deve-se ter cuidado ao analisar SAF's diferentes.

A precisão da tomada de decisão está relacionada ao campo de gerenciamento e ao conhecimento das circunstâncias do investimento. Se por meio do Método Monte Carlo a probabilidade de tomar uma decisão for superior a 50%, portanto, essas decisões serão melhores do que decisões baseadas apenas em métodos tradicionais (COELHO JÚNIOR *et al.*, 2008).

Confrontando o resultado do método tradicional com o resultado do método probabilístico, observa-se que o Método Monte Carlo é uma ferramenta atraente de amparo à tomada de decisão e pode ser uma boa opção para estudar o cenário econômico de um projetos florestais. No entanto, não pode ser considerada a única e melhor alternativa para a observação, pois trabalha com a probabilidade de determinadas variáveis.

6. CONCLUSÃO

O projeto foi viável com um VPL positivo de R\$1630,00 para uma área de 103,2 m². Entretanto, há necessidade de estudos futuros para uma área maior a fim de se verificar a viabilidade do projeto de forma mais robusta.

A redução de 20% no custo do inhame provocou redução de 13,41% no VPL, na rúcula essa redução foi de 6,42%, no alface de 5,15% seguido do brócolis, com 1,44%. Sendo o inhame, o cultivar com maior impacto no VPL.

Aumento de 20% no custo de implantação provocou redução de 3,07% no VPL e aumento de 20% no custo de comercialização e transporte causou uma redução de 0,06% no VPL do projeto, mostrando que existe uma relação negativa dessas duas variáveis com o VPL.

O método de Monte Carlo mostrou que há 80,40% de chance de o VPL ser R\$ 1.694,23. Confirmando, portanto, que diante os fatos que o método de Monte Carlo e a análise de sensibilidade são boas ferramentas para a análise de risco do sistema agroflorestal em estudo, portanto, é possível entender como o projeto responde a possíveis situações.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, P. D. V.; PASINI, F. DOS S. **Implantação e manejo de agroecossistema segundo os métodos da agricultura sintrópica de Ernst Götsch**. Cadernos de Agroecologia. v. 9, n. 4, p. 1–12, 2014.

ARAÚJO, J. B. C. N. **Análise de Risco em Sistema Agroflorestal (SAF)**. 2014. Departamento de Engenharia Florestal, Faculdade de Tecnologia, Universidade de Brasília, DF, 67 p. 2014.

BENTES GAMA, M. M. **Análise técnica e econômica de sistemas agroflorestais em Machadinho D'Oeste, Rondônia**. Tese de doutorado em Ciência Florestal, UFV, Viçosa – MG, 2003.

BENTES GAMA, M. M.; SILVA, M. L.; VILCAHUAMÁN, L. J. M.; LOCATELLI, M. **Análise econômica de sistemas agroflorestais na Amazônia Ocidental, Machadinho D'Oeste – RO**. Revista Árvore, Viçosa – MG, v. 29, n. 3, p.401-411, 2005.

BERNSTEIN, P. L. **Desafio aos deuses: a fascinante história do risco**. 10. ed. Tradução de Ivo Korytowski. Rio de Janeiro: Campus, 1997

BREDLEY, R. A. & MYERS, S. C. **Princípios de finanças empresariais**. Portugal: McGraw-Hill: ARTMED*S/A. 1998.

BRUNI, A. L., FAMÁ, R. e SIQUEIRA, J. O. **Análise do Risco na Avaliação de Projetos de Investimento: Uma Aplicação do Método de Monte Carlo**. Caderno de Pesquisa em Administração da USP. V. 1, n° 6, 1998.

BUARQUE, C. **A incerteza para seleção de projetos**. In: BUARQUE, C. (Ed.) Avaliação econômica de projetos. 8.ed. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991. p.179-196.

BULHÕES, F. M. **Conhecimento e inovação no manejo de sistemas agroflorestais por citricultores ecológicos no Vale do Caí, RS**. Tese de doutorado em Desenvolvimento Rural, UFRGS, Porto Alegre – RS, 2011.

COELHO JÚNIOR, L. M.; REZENDE, J. L. P. de; COIMBRA, L. A. B.; SOUZA, A. N. **Análise de investimento de um sistema agroflorestal sob situação de risco**. Revista Cerne, Lavras – MG, v. 14, n. 4, p. 368-378, out./dez/ 2008.

CORDEIRO, S. A. **Avaliação econômica e simulação em sistemas agroflorestais**. Tese de doutorado em Ciências Florestais, UFV, Viçosa – MG, 2010.

DOSSA, D. **A decisão econômica num Sistema agroflorestal**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2000. 26 p. (EMBRAPA Florestas. Circular Técnica, 39).

FERNANDES, C. A. B. A. **Gerenciamento de riscos em projetos: como usar o Microsoft Excel para realizar a simulação Monte Carlo**. 2005.

GÖTSCH, Ernst. **Homem e natureza: Cultura na agricultura**. 2ed. Recife: Recife Gráfica Editora, 1997.12p.

GÖTSCH, Ernst. **O Renascer da Agricultura**. 2.ed. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1996. 24p. (Cadernos de T.A.)

GUIMARÃES, L. A.; MENDONÇA, G. C. **Conceitos e princípios práticos da agrofloresta sucessional biodiversa (agricultura sintrópica)**. Semana agronômica do CCAE-UFES: plantando hoje as riquezas do futuro. 2. ed. Alegre: Caufes, 2018. p. 108-123. Disponível em: <<http://periodicos.ufes.br/SEAGRO>>

JOAQUIM, M. S. **Aplicação da teoria das opções reais na análise de investimentos em sistemas agroflorestais**. Tese de doutorado em Ciência Florestal, UnB, Brasília – DF, dezembro/2012.

JOSE, S. **Agroforestry for ecosystem services and environmental benefits: An overview**. *Agroforestry Systems*, v.76, p.1-10,2009.

KOPITTKE, B. H. CASAROTTO FILHO, N. **Análise de Filière: conceitos, métodos e aplicações**. Notas de Aula, 1996.

LOPES, S. B. **Arranjos institucionais e a sustentabilidade de sistemas agroflorestais: uma proposição metodológica**. Dissertação de mestrado em Desenvolvimento Rural, UFRS, Porto Alegre – RS, agosto/2001.

MANGABEIRA, J. A. C.; TÔSTO, S. G. ROMEIRO, A. R. **Valoração de serviços ecossistêmicos: estado da arte dos sistemas agroflorestais (SAFs)**. Campinas: EMBRAPA Monitoramento por Satélite, 2011. 48 p. (EMBRAPA Monitoramento por Satélite. Documentos, 91).

MENDES, V. H. **Análise de viabilidade econômica da cultura do guanandi: Um estudo de caso no município de Prudentópolis (PR)**. 2012. Trabalho de conclusão de curso de Especialização. Programa de Pós-Graduação em Administração da UFRS. Porto Alegre, RS, p. 44, 2012.

MICCOLIS, A. et al. **Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção**. Brasília: Instituto Sociedade, População e Natureza-ISP/ Centro Internacional de pesquisa Agroflorestal-ICRAF, 2016. 266p.

NAIR, P.K.R. **An introduction to agroforestry**. Florida, USA: Kluwer Academic Publishers, 1993.

NAIR, P. K. R. et al. **Carbon sequestration in agroforestry Systems**. In: **Advances in Agronomy**. Chapter 5, p.237-307, 2010.

NEVES, E. M. **Administração da empresa agrícola**. 4. ed. São Paulo: Pionaira, 1984.

OLIVEIRA, A. D.; SCOLFORO, J. R. S.; SILVEIRA, V. P. **Análise econômica de um sistema agro-silvo-pastoril com eucalipto implantado em região de cerrado**. Ciência Florestal, v. 10, n. 1, p. 1-19, 2000.

OLIVEIRA, T. C. de. (2009). **Caracterização, índices técnicos e indicadores de viabilidade financeira de consórcios agroflorestais**. Dissertação de mestrado em Produção vegetal, UFAC, Rio Branco – AC, 83 p. 2009.

PASINI, F. S. **A Agricultura Sintrópica de Ernst Götsch: história, fundamentos e seu nicho no universo da Agricultura Sustentável**. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Conservação). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 104 p, 2017.

PAULA, D.P; TARSITANO, M.A.A; GRACIOLLI, L.A. **Viabilidade econômica do cultivo do shiitake em diferentes escalas de produção**. Scientia Agrícola, v.58, n.2, p.431-436, abr./jun. 2001.

PENEIREIRO, Fabiana Mongeli. **Fundamentos da agrofloresta sucessional. II Simpósio sobre Agrofloresta Sucessionais.** Embrapa/Petrobrás. Sergipe, 2003.

PERES, A. A. C.; VÁSQUEZ, H. M.; SOUZA, P. M.; SILVA, F. C.; VILLELA, O. V.; SANTOS, F. C. **Análise financeira e de sensibilidade de sistemas de produção de leite em pastagem.** R. Bras. Zootec. Viçosa, v. 38, n. 10, p. 2072-2078, 2009.

PERMINOVA, O.; GUSTAFSSON, M.; WIKSTRÖM, K. **Defining uncertainty in projects – a new perspective.** International Journal of Project Management, v. 26, n. 1, p. 73-79, 2008.

PONCIANO, N. J.; SOUZA, P. M.; COSTA MATA, H. T.; VIEIRA, J. R.; MORGADO, I. F. **Análise de viabilidade econômica e de risco da fruticultura na região Norte Fluminense.** RER, Rio de Janeiro, v. 42, n. 4, p. 615-635, out/dez 2004.

POULIQUEN, L.Y. **Risk analysis in project appraisal.** Baltimore: Jonhs Hopkins Press, 1970. 79p.

PROJECT MANAGEMENT INSTITUTE – PMI. **Conjunto de Conhecimentos em Gerenciamento de Projetos - PMBOK.** 4. ed. EUA: PMI, 2008.

PROTIL, R. M. **Análise de risco em investimentos florestais.** In: 32º Congresso de Economia e Sociologia Rural, 1994.

PUCCINI, E. C. **Matemática financeira e análise de investimentos / Ernesto Coutinho Puccini.** – Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração / UFSC; [Brasília]: CAPES: UAB, 2011.

REBELLO, J. F. S. **Princípios de agricultura sintrópica segundo Ernst Götsch.** 2018. 53p.

REZENDE, J.L.P.; OLIVEIRA, A. D. **Análise econômica e social de projetos florestais.** Viçosa: Editora UFV. 2013. 389p.

RODRIGUEZ, L. C. E. **Planejamento agropecuário através de um modelo de programação linear não determinista.** 1987. 83 f. Dissertação (Mestrado em Economia Agrária) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 1987.

- ROGERS, D. W. **Fifty years of Monte Carlo simulations for medical physics**. Phys Med Biol. v. 51, n. 13, p. 237-301, 2006.
- ROSS, S. A.; WESTERFIELD, R. W.; JORDAN, B. D. **Princípios de administração financeira**. 2. ed. São Paulo: Atlas, 2000.
- SANTOS, J. C. dos; CAMPOS, R.T. **Metodologia para análise de rentabilidade e riscos de sistemas agroflorestais**. Rio Branco: EMBRAPA Acre, 2000. 16p. (EMBRAPA Acre. Documentos, 47).
- SANTOS, M. J. C.; PAIVA, S. N. **Os sistemas agroflorestais como alternativa econômica em pequenas propriedades rurais: estudo de caso**. Ciência Florestal, v. 12, n. 1, p. 135-141, 2002.
- SECURATO, J. R. **Decisões financeiras em condições de risco**. São Paulo: Atlas, 1996. 244 p.
- SILVA, L.C.C.O. **Viabilidade financeira de sistemas agroflorestais sucessionais: Um estudo de caso**. 2018. Trabalho de conclusão de curso, UnB, Brasília-DF, 2018.
- SILVA, M. L; JACOVINE, L.A.G; VALVERDE, S.R. **Economia Florestal: Avaliação de projetos florestais**. 2ed. Viçosa:UFV, 2005.
- SILVA, P. P. V. **Sistemas agroflorestais para recuperação de matas ciliares em Piracicaba, SP**. 2002. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2002.
- SOARES, I.; MOREIRA, J.; PINHO, C.; COUTO, J. **Decisões de investimento: análise financeira de projetos**. Edições Sílabo, Lda. 4. Ed. Lisboa. 2015.
- SOUZA, A. N de.; OLIVEIRA, A. D de.; SCOLFORO, J. R. S.; REZENDE, J. L. P de.; MELLO, J. M. **Viabilidade econômica de um sistema agroflorestal**. Revista Cerne, Lavras – MG. v. 13, n. 1, p. 96-106. 2007.
- SOUZA, B. R. **Determinação do Risco Financeiro em Sistemas Agroflorestais utilizando o método Monte Carlo**. 2013. Dissertação de Mestrado em Ciências Florestais, Publicação PPGEFL.DM-225/2013 Departamento de Engenharia Florestal, Universidade de Brasília, Brasília, DF,60.

TRIGEORGIS, L. Real Options: **Managerial Flexibility and Strategy in Resource Allocation**. Cambridge: MA: MIT Press. 427 p. 1996.

WIDEMAN, R. M. **Project and Program risk management: a guide to managing project risks and opportunities**. Newtown Square: Project Management Institute, 1992.

YORIYAZ, H. **Método de Monte Carlo: princípios e aplicações em Física Médica**. Revista Brasileira de Física Médica. V. 3, p. 141-149, 2009.